



# АВТОМАТИЗОВАНІ СИСТЕМИ ОРГАНІЗАЦІЇ ТА УПРАВЛІННЯ ВИРОБНИЦТВОМ

## Робоча програма навчальної дисципліни (Силабус)

### Реквізити навчальної дисципліни

Рівень вищої освіти	<i>Другий (магістерський)</i>
Галузь знань	13 Механічна інженерія
Спеціальність	131 Прикладна механіка
Освітня програма	Технологія машинобудування
Статус дисципліни	Цикл професійної підготовки. Вибіркові освітні компоненти.
Форма навчання	очна(денна)/ заочна/дистанційна/змішана
Рік підготовки, семестр	2 семестр
Обсяг дисципліни	5 кредитів (всього загальний )
Семестровий контроль/ контрольні заходи	Іспит
Розклад занять	<a href="http://rozklad.kpi.ua/Schedules/ViewSchedule.aspx?v=a9d69d30-2a17-40d6-a547-c4f70408985a">http://rozklad.kpi.ua/Schedules/ViewSchedule.aspx?v=a9d69d30-2a17-40d6-a547-c4f70408985a</a>
Мова викладання	Українська
Інформація про керівника курсу / викладачів	Лектор: к.т.н., доцент, Медведєв Вадим Вячеславович, <a href="mailto:medvedev.vadyum@ill.kpi.ua">medvedev.vadyum@ill.kpi.ua</a> Практичні / Семінарські: Медведєв Вадим Вячеславович
Розміщення курсу	<a href="https://classroom.google.com/c/NDU0NTY4NDQ5NzE3?cjc=br7tmoa">https://classroom.google.com/c/NDU0NTY4NDQ5NzE3?cjc=br7tmoa</a>

### Програма навчальної дисципліни

#### 1. Опис навчальної дисципліни, її мета, предмет вивчання та результати навчання

Програма навчальної дисципліни автоматизовані системи організації та управління виробництвом базується на вимогах Стандарту вищої освіти НТУУ «КПІ ім. Ігоря Сікорського». Освітньо-кваліфікаційний рівень «магістр» для спеціальності «131 Прикладна механіка». Навчальна дисципліна належить до вільного вибору студентів, професійної та практичної складової.

Предмет навчальної дисципліни: комп'ютерні автоматизовані системи технологічної підготовки машинобудівного виробництва різних галузей народного господарства України. Предмет навчальної дисципліни це основні положення та типові алгоритми, що використовуються при розв'язанні практичних завдань підготовки виробництва.

Мета навчальної дисципліни.

Мета викладання цієї дисципліни – дати важливий об'єм актуальних технічних знань і практичних навичок та, головне, сформувані у студентів такий підхід, що дозволить легко адаптуватись у різних сферах інженерної діяльності і навіть в економічних проблемах та менеджменті, що є надзвичайно важливим на сучасному етапі. Навчити інженерів спеціальності 131 – Прикладна механіка практичній роботі із сучасними системами автоматизованої підготовки виробництва. Навчити практичній роботі із сучасними системами CALS-технології, а саме систем управління виробництва. Забезпечити підготовку фахівців, які покликані поширити електронний інженерний документообіг підприємств та

автоматизацію підтримки життєвого циклу виробів машинобудівних заводів за допомогою впровадження PDM та PLM систем. Забезпечити підготовку фахівців, які покликані поширити автоматизацію технологічних і науково – дослідницьких робіт із застосуванням електронно-обчислювальної техніки. Забезпечити рішення актуальної проблеми вітчизняного машинобудування - різке скорочення строків технологічної підготовки виробництва, підвищення його мобільності та гнучкості.

Основні завдання навчальної дисципліни.

Вивчення дисципліни передбачає рішення трьох основних завдань:

- фундаментальна підготовка за методологією автоматичного технологічного забезпечення, алгоритмізації процесів проектування технології і комплексної автоматизації підготовки виробництва;
- практичне освоєння ряду автоматичного технологічного забезпечення, які отримали розповсюдження у виробництві і які є характерними представниками окремих класів систем;
- формування у студентів комплексу знань про взаємозалежні етапи інженерних бізнес-процесів сучасного підприємства та про їх інформаційну підтримку;
- знайомство з перспективами та основними напрямками вдосконалення автоматичного технологічного забезпечення.

Ці завдання вивчення дисципліни магістрами розбиваються на додаткові:

- набуття знань щодо структури системи автоматизованої підготовки технологічних процесів;
- набуття знань щодо структури системи автоматизованого управління виробничим підприємством;
- набуття знань та практичних навичок з методів та функцій управління виробничим підприємством;
- набуття знань та методичних підходів, аналітичних методів розрахунку, які є загальними і дозволяють вирішувати всі питання застосування та проектування інструмента комплексно у автоматизованому виробництві;
- набуття знань з моделювання бізнес-процесів машинобудівного виробництва;
- набуття знань та практичних навичок з впровадження, адаптації та функціонування автоматизованих систем управління машинобудівним підприємством.

Після вивчення модуля студент має **Знати**:

Структурно-функціональна схема автоматичного технологічного забезпечення, характеристики складових частин. Принципи побудови автоматичного технологічного забезпечення. Призначення та склад інформаційно-пошукових систем (ІПС), їх класифікація. Види проектування: неавтоматизоване, автоматизоване і автоматичне. Принцип побудування таблиці відповідностей для автоматизованого вибору сторони початку обробки. Функціональне призначення системи технічного нормування. База даних системи. Нормативна база даних. Види нормативів режимів різання і норм часу. Програмне забезпечення системами управління базами даних. Життєвий цикл виробу. Основні етапи життєвого циклу виробу. Класи програмного забезпечення підтримки життєвого циклу. А також:

- основи створення технологічних процесів за допомогою спеціалізованих систем технологічної підготовки виробництва;
- методи і засоби автоматизації підготовки технологічних процесів;

- основні типи даних, інтерфейси програмних продуктів і методи, які використовуються для створення, відображення або модифікації інформації, необхідної для управління виробництвом в умовах підприємств з дискретним типом виробництва;
- стандартні програмні засоби для вирішення завдань в галузі конструкторсько-технологічного забезпечення машинобудівних виробництв.

#### **Уміти:**

- проектувати технологічні процеси виготовлення деталей та оформлювати технологічну документацію;
- проектувати та розраховувати металорізальні інструменти, як загального, так і спеціального призначення;
- строго формалізувати та визначати критерії оптимізації;
- користуватись алгоритмами і результатами розрахунків, отриманих на ЕОМ;
- вирішувати питання формоутворення поверхонь інструментів та деталей;
- розроблювати структуру проходження документів згідно процесу документообігу.

Ці вміння складаються з: Розробка формалізованої моделі для описування геометричної структури деталей. Побудування таблиць відповідностей для автоматизованого вибору плану обробки. Побудування таблиць відповідностей для автоматизованого вибору сторони початку обробки деталей та вибору обладнання та оснащення. Автоматизоване проектування операційних ескізів механічної обробки деталей. Розробка конструкції виробу в умовах конструкторського відділу. Взаємодія інженерів у CALS-системах в умовах конструкторського відділу. Розробка технологічного процес виготовлення деталі та відповідну технологічну документацію в умовах технологічного відділу.

#### **Мати досвід:**

Розробка інформаційної та математичної моделей для формалізованого опису технологічних операцій. Розробка алгоритмів вибору технологічного устаткування. Автоматизована розробка формалізованої моделі геометричної структури деталей. Роботи у системі Вертикаль та ТехноПро. Взаємодії інженерів машинобудівного підприємства через систему WorkFlow. Робота у системах Microsoft Office Access та T-flex Doc.

Основні завдання навчальної дисципліни, згідно з вимогами освітньо-професійної програми студенти після засвоєння навчальної дисципліни мають отримати наступні компетенції:

**ЗК 1** Здатність виявляти, ставити та вирішувати проблеми.

**ЗК 2** Здатність використовувати інформаційні та комунікаційні технології

**ЗК 3** Здатність генерувати нові ідеї (креативність)

**ЗК 4** Здатність розробляти проекти та управляти ними

**ЗК 5** Здатність спілкуватися з представниками інших професійних груп різного рівня (з експертами з інших галузей знань/видів економічної діяльності)

**ФК 3** Здатність до самостійної роботи і ефективного функціонування в якості керівника групи

**ФК 5** Здатність проектувати технологічні операції оброблення різанням та технологічні процеси оброблення деталей машин різних класів в тому числі і з застосуванням систем автоматизованого проектування

**ФК 7** Здатність застосовувати знання про новітні методи та методика проектування і дослідження конструкцій та машин

## 2. Пререквізити та постреквізити дисципліни (місце в структурно-логічній схемі навчання за відповідною освітньою програмою)

Міждисциплінарні зв'язки: дисципліна базується на знаннях, які студенти отримали при вивченні дисциплін: «Основи машинної графіки», «Технологічні процеси для верстатів з ЧПК», «Технологія машинобудування», «Основи економіки», «Теорія різання» та має за мету здобуття студентами знань основ використання автоматизованих систем технологічної підготовки виробництва та навичок налагодження і роботи з сучасними системами автоматизованої підготовки технологічних процесів та управління виробництвом з дискретним типом виробництва.

Дисципліна є частиною виконання магістерської дисертації зі спеціальності 131 – Прикладна механіка.

## 3. Зміст навчальної дисципліни

Назви розділів і тем	Кількість годин				
	Всього	у тому числі			
		Лекції	Лабораторні (комп'ютерний і практикум)	Практичні (семінарські)	СРС
<b>Розділ 1. САТЗВ у сучасному промисловому підприємстві</b>					
Тема 1. <u>САТЗВ у сучасному промисловому підприємстві</u>	8	2		2	4
Разом за розділом 10	8	2		2	4
<b>Розділ 2. Можливості програми «Вертикаль»</b>					
Тема 2. <u>Можливості програми «Вертикаль»</u>	9	2		2	5
Разом за розділом 11	9	2		2	5
<b>Розділ 3. Класифікація комп'ютерних програм САТЗВ</b>					
Тема 3. <u>Класифікація комп'ютерних програм САТЗВ</u>	6	2			4
Разом за розділом 3	6	2			4
<b>Розділ 4. Проектування технологічних процесів</b>					
Тема 4. <u>Проектування технологічних процесів в САТЗВ</u>	8	2		2	4
Разом за розділом 4	8	2		2	4
<b>Розділ 5. Методи автоматизованого проектування технологічних процесів</b>					
Тема 5. <u>Методи автоматизованого проектування технологічних процесів</u>	8	4		2	4
Разом за розділом 5	8	4		2	4
<b>Розділ 6. Стратегія проектування технологічних процесів</b>					

Назви розділів і тем	Кількість годин				
	Всього	у тому числі			
		Лекції	Лабораторні (комп'ютерні й практикум)	Практичні (семінарські)	СРС
Тема 6. <u>Стратегія проектування технологічних процесів</u>	8	2		2	4
Разом за розділом 6	8	2		2	4
<u>Розділ 7. Моделі технологічного процесу</u>					
Тема 7. <u>Моделі технологічного процесу</u>	8	2		2	4
Разом за розділом 16	8	2		2	4
<u>Розділ 8. Автоматизоване проектування технологічних процесів мовою таблиць рішень</u>					
Тема 8. <u>Автоматизоване проектування технологічних процесів мовою таблиць рішень</u>	6	2			4
Разом за розділом 8	6	2			4
<u>Розділ 9. Автоматизоване проектування технологічних процесів на основі використання типових рішень</u>					
Тема 9. <u>Автоматизоване проектування технологічних процесів на основі використання типових рішень</u>	8	2		2	4
Разом за розділом 9	8	2		2	4
<u>Розділ 10. Автоматизоване проектування технологічних процесів на основі прийняття оптимальних рішень</u>					
Тема 10. <u>Автоматизоване проектування технологічних процесів на основі прийняття оптимальних рішень</u>	6	4			4
Разом за розділом 10	6	4			4
<u>Розділ 11. Автоматизоване проектування технологічних процесів на основі генетичних алгоритмів</u>					
Тема 11. <u>Автоматизоване проектування технологічних процесів на основі генетичних алгоритмів</u>	6	2			4
Разом за розділом 11	6	2			4
<u>Розділ 12. Визначення економічної ефективності CAT3B</u>					
Тема 12. <u>Визначення економічної ефективності CAT3B</u>	8	2		2	4

Назви розділів і тем	Кількість годин				
	Всього	у тому числі			
		Лекції	Лабораторні (комп'ютерні й практикум)	Практичні (семінарські)	СРС
Разом за розділом 12	8	2		2	4
<u>Розділ 13. Процеси й організаційна структура при створенні продукту</u>					
Тема 13. <u>Процеси й організаційна структура при створенні продукту</u>	6	2			4
Разом за розділом 13	6	2			4
<u>Розділ 14. Генерування концепції продукту в рамках можливостей машинобудівного підприємства</u>					
Тема 14. <u>Генерування концепції продукту в рамках можливостей машинобудівного підприємства</u>	6	4			4
Разом за розділом 14	6	4			4
<u>Розділ 15. Оцінка витрат на виробництво: зниження вартості комплектуючих, складання, витрат на підтримку</u>					
Тема 15. <u>Оцінка витрат на виробництво: зниження вартості комплектуючих, складання, витрат на підтримку</u>	8	2		2	4
Разом за розділом 15	8	2		2	4
<b>Всього годин</b>	<b>150</b>	<b>36</b>	<b>-</b>	<b>36</b>	<b>78</b>

#### 4. Навчальні матеріали та ресурси

1. Автоматизовані системи організації та управління виробництвом: курс лекцій [Електронний ресурс] : навч. посіб. для студ. спеціальності 131 «Прикладна механіка» / КПІ ім. Ігоря Сікорського ; уклад.: В.В.Медведєв. – Електронні текстові дані (1 файл: 2,6 Мбайт). – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2021. – 101 с.
2. Норенков И.П. Основы автоматизированного проектирования. М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2000. - 360 с.
3. Судів Є.В. Технології інтегрованої логістичної підтримки виробів машинобудування / Судів Є.В., Левін А.І., Петров А.В., Чубарова Є.В. // Навч. посібник. - М.: "Інформбюро", 2006. – 355 с.
4. Берлин Э.М. САПР в машиностроении : учебник для вузов / Э.М. Берлинер, О.В. Таратынов. - М.: Форум, 2008. - 448 с.: ил.
5. Колчин А.Ф. Управление жизненным циклом продукции / Колчин А.Ф., Овсянников М.В., Стрекалов А.Ф., Сумароков С.В. // Навч. посібник. - М.: Анахарсис, 2002. – 304 с.
6. Бровкова М.Б. Системы искусственного интеллекта в машиностроении: Учеб. пособие. Саратов: Саратов.гос.техн.ун-т, 2004. – 119с.

7. *Зиндер Е.З. Бизнес-реинжиниринг и технологии системного проектирования. Учебное пособие. М., Центр Информационных Технологий, 1996.*
8. *Соломенцев Ю.М., Митрофанов В. Г., Павлов В.В., Рыбаков А.В. Информационно-вычислительные системы в машиностроении CALS-технологии - М.:Наука, 2003, 292 с.*
9. *Зильбербург Л.И. Реинжиниринг и автоматизация технологической подготовки производства в машиностроении / Зильбербург Л.И. Молочник В.И. Яблочников Е.И. / СПб: "Компьютербург", 2003. - 152 с.*
10. *Технологии интегрированной логистической поддержки изделий машиностроения / Е.В. Судов, А.И. Левин, А.В. Петров, Е.В. Чубарова - М.: ООО Издательский дом "ИнформБюро", 2006. - 232 с.*
11. *Кузьмик П. Информационная поддержка наукоемких изделий. CALS-технологии / М.: МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2002. – 320с.*
12. *Марка Д.А., Мак Гоуэн К. Методология структурного анализа и проектирования. М., "МетаТехнология", 1993.*
13. *Ульих Карл Промышленный дизайн: создание и производство продукта / Карл Ульрих, Стивен Эппингер; пер. с англ. – Москва: Вершина, 2007. – 448с.*

**Додаткова:**

1. *Автоматизация проектирования технологических процессов в машиностроении / В.Н. Капустин, Н.М. Корсаков, К.Х. Темпельгоф и др. - М.: Машиностроение, 1985. - 304 с.*
2. *Технологическая подготовка гибких производственных систем / С.П. Митрофанова, Д.Д. Куликов, О.Н. Миляев, Б.Д. Погудин -Л.: Машиностроение, Ленингр. Отд-ние, 1987 352 с.*
3. *Оптимизация технологических процессов механической обработки / Рыжов Э.В., Аверченков В.И. Киев, Наук. думка, 1989. - 192 с.*
4. *САПР изделий и технологических процессов в машиностроении / Под общ. ред. Р.А. Аллика -М.: Машиностроение, 1986. - 319 с.*
5. *Справочник проектировщика автоматизированных систем управления технологическими процессами / Г.Н. Смилянский, Л.З. Амлинский, В.Я. Баранов и др. М.: Машиностроение, 1983 - 527 с.*
6. *Грувер М. САПР и автоматизация производства / М. Грувер, Э. Зиммерс; пер. с англ. О.О. Белоусова и др.; под ред. Е.К. Масловского. - М. : Мир, 1987. - 528с. : ил.*
7. *Автоматизированные системы технологической подготовки производства в машиностроении /Под ред. Г.К. Горанского. – М.: Машиностроение, 1976. – 240 с.*
8. *Вендров А.М. CASE–технологии. Современные методы и средства проектирования информационных систем. –М.: Финансы и статистика,1998.–176с.*
9. *Энгельке У.Д. Как интегрировать САПР и АСТПП: Управление и технология / Пер. с англ. – М.: Машиностроение, 1990. –320 с.*
10. *Гавриш А.П. Автоматизация технологической подготовки производства, Киев: Техніка, 1982,-215 с.*

11. Хайрнасов К.З. Применение стандартов, норм и правил при создании конструкторской, технологической и программной документации / Хайрнасов К.З., Сокольский М.Л. / М.: МАИ – 2002 – 104с.
12. Системное проектирование интегрированных АСУ ГПС машиностроения /Ю.М. Соломенцев, В.А. Исаченко, В.Я. Полыскалин и др. ; под общ. ред. Ю.М. Соломенцева и др. - М. : Машиностроение, 1988. - 487с. : ил.

### **Інформаційні ресурси**

13. САПР технологии и управление производства ТехноПро – Режим доступа <http://www.tehnopro.com/>
14. Система автоматизированного проектирования технологических процессов ВЕРТИКАЛЬ – Режим доступа <http://machinery.ascon.ru/software/tasks/items/?prcid=8&prpid=420>

### **Для підвищення технічної ерудиції**

15. Лайкер Джеффри Системы разработки продукции в Toyota: Люди, процессы, технология / Лайкер Джеффри, Джеймс Морган; Пер. с англ. – М.: Альпина Бизнес Бук, 2007. – 440с.
16. Комисаренко Л.Е. Начальные обороты. Заметки конструктора-серийщика 2010 (не издавались) – Режим доступа <https://club.berkovich-zametki.com/?p=29220>

## **Навчальний контент**

### **5. Методика опанування навчальної дисципліни (освітнього компонента)**

Кредитний модуль 1.

#### Тема 1. САТЗВ у сучасному промисловому підприємстві.

Визначення САТЗВ. Її місце в машинобудівному підприємстві. Економічний ефект від впровадження САТЗВ. Технічне, програмне, інформаційне й інше забезпечення САПР. Основні принципи САТЗВ. Три концепції впровадження САПР у виробництво. RAD-технології. Евристичний, систематичний і інші методи проектування.

#### Тема 2. Можливості програми «Вертикаль».

Основні модулі та нові можливості програми «Вертикаль-2014». Нормування матеріалів. Довідник технолога. Розрахунок режимів різання. Нормування трудових затрат. Ознайомлення з розрахунком режимів сварки.

#### Тема 3. Класифікація комп'ютерних програм САТЗВ.

Класифікація комп'ютерних програм САТЗВ по типу об'єкта проектування, по різновиду об'єкта проектування, по масштабах. Класифікація комп'ютерних програм САТЗВ по характеру базової підсистеми, по складності об'єкта проектування, за рівнем автоматизації проектування.

#### Тема 4. Проектування технологічних процесів.

Забезпечення технологічності деталі, аналіз виробництва й інші функції технологічної підготовки виробництва. Завдання технологічної підготовки виробництва. Структурно-функціональна схема САТЗВ. Різновиди технологічного проектування. Два основних підходи до



проектування технологічних процесів. Автоматизація проектування технологічного процесу складання виробів.

#### Тема 5. Методи автоматизованого проектування технологічних процесів.

Процес проектування технологічного процесу підходом «зверху вниз». Методи автоматизованого проектування технологічних процесів. Метод параметричного настроювання автоматизованого проектування технологічних процесів. Методи виключення й додавання структурних елементів автоматизованого проектування технологічних процесів. Ствердження багаторівневого ітераційного методу автоматизованого проектування технологічних процесів. Алгоритм проектування технологічного процесу ітераційним методом. Розробка інформаційного забезпечення алгоритму вирішення технологічної задачі. Розробка алгоритмів вибору технологічного устаткування.

#### Тема 6. Стратегія проектування технологічних процесів.

Лінійна, циклічна, розгалужена й інша стратегії проектування.

#### Тема 7. Моделі технологічного процесу.

Таблична модель технологічного процесу. Мережева модель технологічного процесу. Перестановочна модель технологічного процесу.

#### Тема 8. Автоматизоване проектування технологічних процесів мовою таблиць рішень.

Комплексна таблиця рішень. Таблиці рішень із обмеженими входами. Таблиці рішень із розширеними входами.

#### Тема 9. Автоматизоване проектування технологічних процесів на основі використання типових рішень.

Кодування конструктивно-технологічних ознак деталей. Формування узагальненого маршруту обробки. Синтез конкретного технологічного маршруту по узагальненому маршруту обробки.

#### Тема 10. Автоматизоване проектування технологічних процесів на основі прийняття оптимальних рішень.

Критерії оптимізації технологічного процесу в САТЗВ. Оцінка типу виробництва по конструктивній складності деталей. Вибір технологічних операцій відповідної структури технологічного процесу. Укрупнене визначення трудомісткості варіантів технологічного процесу.

#### Тема 11. Автоматизоване проектування технологічних процесів на основі генетичних алгоритмів.

Основи генетичних алгоритмів. Розробка технологічного процесу за допомогою генетичних алгоритмів. Проблеми при використанні генетичних алгоритмів.

#### Тема 12. Визначення економічної ефективності САТЗВ.

Основними показниками економічної ефективності використання САТЗВ. Методика розрахунків витрат на впровадження САТЗВ. Розрахунок річної економії від автоматизації технологічної підготовки виробництва.

### Тема 13: Процеси й організаційна структура при створенні продукту

Організаційна структура управління конструкторськими та технологічними відділами промисловим підприємством у рамках застосування CALS-технологій. Етапи конструкторської та технологічної підготовки при створенні продукту: планування асортименту продукції, виявлення потреб, розробка технічних вимог до майбутньої продукції, вибір концепції продукції, промисловий дизайн, проектування у рамках промислового підприємства, прототипування, проектування стійких систем.

### Тема 14: Генерування концепції продукту в рамках можливостей машинобудівного підприємства

Структурований підхід до генерації створенні продукту. Етапи генерації концепції продукту за допомогою CALS-технологій: розбиття на підзавдання, зовнішній пошук, внутрішній пошук, системні дослідження, оцінка процесу та його результатів. Дерево класифікації концепції. Таблиці сполучення концепції. Управління процесами досліджень.

### Тема 15: Оцінка витрат на виробництво: зниження вартості комплектуючих, складання, витрат на підтримку

Проектування для підприємства. Оцінка витрат на виробництво. Відомість матеріалів. Зниження вартості комплектуючих: обмеження процесів та джерел затрат, зміна конструкції комплектуючих з метою виключення технологічних операцій, стандартизація комплектуючих. Зниження вартості складання: інтеграція складання, максимальна зручність складання, можливість складання споживачем. Зниження затрат на підтримку виробництва: захист від помилок.

### Тема 16. Введення в CALS-технології. Життєвий цикл виробу

Що таке CALS? Історія CALS-технологій. Терміни. Впровадження CALS-технологій. Переваги CALS-технологій. Вигоди учасників проекту від впровадження та використання CALS-технологій. Життєвий цикл виробу. Основні етапи життєвого циклу виробу. Реінжиніринг, як сфера діяльності створення продуктів промисловості. Реінжиніринг бізнес-процесів. Розробка образа майбутньої промислової компанії за допомогою CALS-технологій.

### Тема 17: Ефективність CALS-технологій. Переваги впровадження з точок зору виробника й споживача

Основні концепції CALS-технологій. Лінгвістичне, інформаційне, математичне, програмне, методичне, технічне і організаційне забезпечення системи. Приклади ефективного впровадження CALS-технологій на ведучих світових машинобудівних підприємствах. Ефективність CALS-технологій з точок зору виробника. Ефективність CALS-технологій з точок зору споживача. Віртуальні офіси. Етапи побудови віддаленої роботи інженерного состава. Побудова технічної та технологічної підготовки підприємства на основі віртуальних підприємств. Юридичні аспекти роботи з віддаленими інженерами. Принципи підтримки сервісних центрів. Пряма піддержка споживачів машинобудівної продукції.

### Тема 18: Програмне забезпечення підтримки життєвого циклу виробів машинобудування

Класи програмного забезпечення підтримки життєвого циклу. Основні можливості програм класів: CAE - Computer Aided Engineering (автоматизовані розрахунки й аналіз); CAD - Computer Aided Design (автоматизоване проектування); CAM - Computer Aided Manufacturing (автоматизована технологічна підготовка виробництва); CAPP - Computer-Aided Process Planning (автоматизована система технологічної підготовки виробництва); ERP - Enterprise Resource Planning (планування й керування підприємством); MRP-2 - Manufacturing (Material) Requirement Planning (планування виробництва); SCADA - Supervisory Control And Data Acquisition (диспетчерське керування виробничими процесами); CNC - Computer Numerical Control (комп'ютерне числове керування); SCM - Supply Chain Management (управління ланцюжками поставок); CRM - Customer Relationship Management (управління взаєминами із замовниками); S&SM - Sales and Service Management (управління продажами й обслуговуванням); PDM - Product Data Management (управління проектними даними); MES - Manufacturing Execution System (виробнича виконавча система); CPC - Collaborative Product Commerce (спільний електронний бізнес); PLM - Product Lifecycle Management (управління життєвим циклом виробу).

### Тема 19: Апаратне забезпечення інформаційних систем управління підприємства

Варіанти проведення комп'ютерних мереж на підприємстві. Мережеве устаткування. Типи серверів. Вимоги щодо установки серверів. Мережеві накопичувачі даних. Надійність роботи серверів і резервне копіювання. Сканери штрих-кодів з документів і деталей. IP-телефонія. Промисловий відеонагляд. Технології «тонких» клієнтів у промислових цехах. Потреба у кінцевих пристроях підтримки CALS-технологій на різних ділянках та відділах машинобудівних підприємств. Система локального позиціонування на виробничих ділянках. Підтримка мобільних пристроїв для забезпечення роботи керуючого состава цехів і заводів. Робота електроніки в умовах значних електромагнітних перешкод та пилу у повітрі цехів.

### Тема 20: Бази даних - основа систем інженерного документообігу підприємства

Роль та місце баз даних у роботі інформаційної підтримки життєвого циклу виробу. Цілі розробки баз даних. Класифікація баз даних. Реляційні бази даних. Проблеми сумісності технічних даних в базах даних. Історія створення мови SQL-запитів. Переваги та недоліки сучасної мови SQL-запитів. Оператори SQL-запитів. Запроси в базах даних. Перехресні запити. Інтерфейс управління базами даних.

### Тема 21: Основні функції програм класу PDM/PLM

«Тонкі» та «товсті» клієнти роботи з кінцевими користувачами у цехах і других виробничих приміщеннях. Системи доступу до даних та захист інформації. Електронний підпис. Обмін даними серед різних видів програмного забезпечення CALS-технологій. Поняття схеми документообігу підприємства. Управління составом виробу. Типи доступу до інженерних та технологічних даних. Спільний доступ. Синхронізація реєстрів технологічних систем, корпоративний протокол обміну довідниковими даними. Інформація об об'єкті проектування: атрибути об'єкта, карточка об'єкта. Побудова та автоматична підтримка актуального стану схеми інженерного документообігу підприємства на основі систем WorkFlow. Інтеграція зі стороннім програмним забезпеченням. Системи планування і керівництва підготовкою виробництва. Управління маркетинговими дослідженнями. Розробка інструкції по експлуатації, ремонту та іншої технічної документації для споживача. Управління постпродажним обслуговуванням. Інтегровані виробничі системи.

#### Тема 22: Функції програмного комплексу «Лоцман PLM»

Система керування інженерними даними й життєвим циклом виробу. Керування даними виробу. Версії та виконання виробів. Підтримка групових креслень. Порівняння составів. SMART-технологія швидкого перебудування моделей. Звіти та відомості. Планування і управління підготовкою виробництва. Управління завданнями і потоками робіт. Управління документами і даними. Повідомлення та події, що їх генерують. Розподілена та віддалена робота. Архівація та безпека даних в архівах. Балансування загрузки на сервери додатка. Цифрова підпис. Сервісні функції програми. Система допомоги впровадження програми на діюче виробництво.

#### Тема 23: Функції програмного комплексу «T-Flex DOC»

Технічний документообіг. Офісний і канцелярський документообіг. Організаційно-розпорядничий документообіг. Ведення архіву підприємства, корпоративне сховище даних. Управління проектами, планування ресурсів і витрат. Пошта й завдання. Управління бізнес-процесами (Workflow). Інтеграція з ERP-Системами. Ведення номенклатури виробів, корпоративних довідників і класифікаторів. Управління составом виробів, конфігураціями й версіями. Взаємодія з відомими CAD-системами. Створення користувальницьких інформаційних систем.

#### Тема 24. Функції програмного комплексу «Спрут-ОКП»

Інтерфейс програми у вигляді паперових таблиць. Керування виробництвом. Формування виробничих замовлень. Планування потребностей виробництва, система закупівель. Планування робіт з урахуванням святкових днів, змін, графіків обслуговування устаткування. Облік браку та коректування термінів робіт. Калькуляція, розрахунок оплати труда, затрат та собівартості. Розподіл ролей керування. Технологічна підготовка. Облік у виробничих приміщеннях за допомогою штрих-кодів.

#### **4. Рекомендований перелік практичних робіт (комп'ютерних практикумів)**

- Основи роботи з системою «Вертикаль».
- Розрахунок режимів різання й нормування в системі «Вертикаль».
- Складання технологічних процесів у системі «Вертикаль».
- Автоматичне одержання технологічних процесів в системі «ТехноПро».
- Складання узагальненого технологічного процесу в системі «ТехноПро».
- Створення таблиць баз даних ріжучого інструменту.
- Обробка таблиць баз даних ріжучого інструменту за допомогою запитів.
- Формування інтерфейсу користувача інженера-технолога.

Для контрольної роботи пропонується наступний перелік індивідуальних завдань

- Вигоди учасників проекту від впровадження та використання CALS-технологій.
- Приклади ефективного впровадження CALS-технологій на ведучих світових машинобудівних підприємствах.
- Класи програмного забезпечення підтримки життєвого циклу.
- Розробка образу майбутньої промислової компанії за допомогою CALS-технології.

- *Проблеми сумісності технічних даних в базах даних.*
- *Перехресні запити.*
- *Розробка технічних вимог до майбутньої продукції.*
- *Дерево класифікації концепції.*
- *Зниження затрат на підтримку виробництва: захист від помилок.*
- *Розробка інструкції по експлуатації, ремонту та іншої технічної документації для споживача.*
- *Сканери штрих-кодів з деталей та вузлів.*
- *Побудова та автоматична підтримка актуального стану схеми інженерного документообігу підприємства на основі систем WorkFlow.*
- *Робота з заявками на розробку засобів технологічного оснащення та управляючих програм для станків з ЧПК*
- *Принципи підтримки сервісних центрів.*
- *Життєвий цикл ERP-систем.*
- *Особливості розподілення завдань на розробку технологічних процесів у різних виробників систем WorkFlow.*
- *Состав модулів та можливості PLM-системи SmarTeam*
- *Состав модулів та можливості PLM-системи Windchill*
- *Состав модулів та можливості PDM/PLM-системи TeamCenter Engineering компанії Siemens PLM Software*
- *Состав модулів та можливості модулів Velocity Series компанії Siemens PLM Software*
- *Состав модулів та можливості PDM -системи Windchill PDMLink пакета ProEngineer*
- *Состав модулів та можливості PDM/PLM-системи SAP BusinessObjects Edge BI*
- *Состав модулів та можливості ERP-системи SAP BusinessObjects Edge Planning and Consolidation*
- *Состав модулів та можливості PDM-системи SAP ERP (SAP R/3)*
- *Состав модулів та можливості ERP-системи BAAN*
- *Состав модулів та можливості PDM -системи TDMS*
- *Состав модулів та можливості PLM-системи Лоцман:PLM*
- *Состав модулів та можливості ERP-системи Гольфстрим компанії Аскон*
- *Состав модулів та можливості PDM -системи SWR-PDM*
- *Состав модулів та можливості PDM/PLM-системи Search компанії Інтермех*
- *Состав модулів та можливості PDM -системи IMProject компанії Інтермех*
- *Состав модулів та можливості PDM -системи Lotsia PDM Plus*
- *Состав модулів та можливості PDM -системи PDM Step Suite*
- *Состав модулів та можливості PLM-системи T-FLEX DOCs*
- *Состав модулів та можливості PDM -системи Windchill компанії PTS*
- *Состав модулів та можливості PLM-системи Arbortext компанії PTS*

- *Состав модулів та можливості PLM-систему Catia PLM*
- *Состав модулів та можливості PLM-систему Aras innovator*
- *Состав модулів та можливості ERP-систему Lawson M3*
- *Состав модулів та можливості ERP-систему IFS Applications*
- *Состав модулів та можливості PLM-систему Agile PLM компанії Oracle*
- *Состав модулів та можливості ERP-систему Project Tracking*
- *Состав модулів та можливості ERP-систему Alfa компанії Информконтакт*
- *Состав модулів та можливості PDM-систему TechnologiCS*
- *Состав модулів та можливості PDM-систему Vault компанії Autodesk*
- *Состав модулів та можливості ERP-систему Omega Production*
- *Состав модулів та можливості PDM-систему Tebis*

## **6. Самостійна робота студента/аспіранта**

### **Рекомендовані індивідуальні завдання**

*У першому модулі дисципліни пропонується наступний перелік індивідуальних завдань.*

- *Розробка алгоритму вирішення технологічного завдання.*
- *Вивчення мови символного описання технології*
- *Розробка формалізованої моделі для описування геометричної структури деталей*
- *Вивчення системи кодування конструкторсько-технологічних параметрів*
- *Розробка інформаційної та математичної моделей для формалізованого опису технологічних операцій*
- *Побудування таблиць відповідностей для автоматизованого вибору плану обробки.*
- *Побудування таблиць відповідностей для автоматизованого вибору сторони початку обробки деталей та вибору обладнання та оснащення*
- *Вивчення технолога-нормувальника. Розробка операційної технології*
- *Автоматизоване проектування операційних ескізів механічної обробки деталей*
- *Автоматизована розробка формалізованої моделі геометричної структури деталей*
- *Створення бази даних для автоматизованого проектування маршрутних технологічних процесів*
- *Робота з типовою технологією у САПР маршрутних технологічних процесів механічної обробки*

## **Політика та контроль**

### **7. Політика навчальної дисципліни (освітнього компонента)**

- *правила відвідування занять (як лекцій, так і практичних/лабораторних) регламентується: «Положення про організацію освітнього процесу в КПІ ім. Ігоря Сікорського» <https://osvita.kpi.ua/node/39>; «Положення про систему внутрішнього забезпечення якості вищої освіти в КПІ ім. Ігоря Сікорського» <https://osvita.kpi.ua/node/121>;*

- правила поведінки на заняттях (активність, підготовка коротких доповідей чи текстів, відключення телефонів, використання засобів зв'язку для пошуку інформації на гугл-диску викладача чи в інтернеті тощо) регламентується «Положення про організацію освітнього процесу в КПІ ім. Ігоря Сікорського» <https://osvita.kpi.ua/node/39>, ;
- правила захисту лабораторних робіт; кожен студент особисто здає лабораторні роботи;
- правила захисту індивідуальних завдань; кожен студент особисто здає індивідуальні роботи ;
- в даному кредитному модулі наявні тільки заохочувальні бали, які студент може отримати на добровільній основі виконуючі певний перелік додаткових завдань пов'язаних з тематикою кредитного модуля;
- політика дедлайнів та перескладань, регламентується «Положення про поточний, календарний та семестровий контроль результатів навчання в КПІ ім. Ігоря Сікорського» <https://osvita.kpi.ua/node/32>, «Положення про систему оцінювання результатів навчання в КПІ ім. Ігоря Сікорського» <https://osvita.kpi.ua/node/37> ;
- політика щодо академічної доброчесності регламентується «Положення про систему запобігання академічного плагіату в КПІ ім. Ігоря Сікорського» <https://osvita.kpi.ua/node/47>; положенням «Положення про вирішення конфліктних ситуацій в КПІ ім. Ігоря Сікорського» [https://osvita.kpi.ua/2020\\_7-170](https://osvita.kpi.ua/2020_7-170)

## 8. Види контролю та рейтингова система оцінювання результатів навчання (PCO)

Розподіл навчального часу за видами занять і завдань з дисципліни згідно з **робочим навчальним планом**

Таблиця 1.

Семестр	Всього	Розподіл за семестрами та видами занять				МКР	РГР	Контроль
		Лек.	Прак.	Лаб.	СРС			
2	150	36	36		78	1		Іспит
Всього	150	36	36		78	1		Іспит

Рейтинг студента з дисципліни складається з балів, що він отримує за:

- виконання та захист 6 практичних робіт по 10 балів - 60 балів;
- контрольна робота - 15 балів;
- активність на лекціях 15лек. по 1 балу – 15 балів;

### 1. Практичні роботи ( $r_1$ )

Рейтингові бали за одну лабораторну роботу

Таблиця 2

Оцінка	Бали	Критерій оцінювання
A	10	Зауважень до роботи нема
B	8	Несуттєві зауваження
C	6	Зауваження до отриманих результатів
D	4	Робота має значні помилки
E	2	Робота виконувалась, але не здана на перевірку
Fx	0	Робота не виконана, звіт відсутній

### 2. Модульний контроль ( $r_2$ )

Рейтингові бали за одну частину МКР

Таблиця 3

Оцінка	Бали	Критерій оцінювання
--------	------	---------------------

A	15	Вірна відповідь більш ніж на 90 % питань
B	13	Вірна відповідь на 80 % питань
C	11	Вірна відповідь на 70 % питань
D	7	Вірна відповідь на 60 % питань
E	5	Вірна відповідь на 50 % питань
Fx	0,0	Вірна відповідь менш ніж на 50 % питань або студент був відсутній

### 3. Штрафні та заохочувальні бали

Загальний рейтинг з дисципліни включає заохочувальні бали (табл.6). Загальна сума заохочувальних балів не може перевищувати  $60 \times 0,1 = (+ 6)$  балів.

#### Штрафні та заохочувальні бали

Таблиця 6

Дія	Бали
Участь у модернізації лабораторних або практичних робіт	плюс 2 бали
Удосконалення дидактичних матеріалів з дисципліни	плюс 3...5 балів
Застосування оригінального підходу при вирішенні задач	плюс 1 бал

### 4 Умови рубіжної атестації

На перша атестація графіком передбачено виконання:

- подача не менше 2 лабораторні робіт —  $2 \times 10 = 20$  балів;
- активність на лекціях 5б.

Що становить у сумі  $20 + 5 = 25$  балів. Таким чином для отримання "задовільно" з першої рубіжної атестації студент повинен мати не менше ніж  $25 \times 0,5 \approx 12$  балів.

На друга атестація графіком передбачено виконання:

- подача не менше 4 лабораторних робіт —  $4 \times 10 = 40$  балів;
- активність на лекціях  $11 \times 1 = 11$ б;
- МКР – 15б.

Таким чином для отримання "задовільно" із другої рубіжної атестації студент повинен мати не менше ніж  $66 \times 0,5 = 33$  бали.

### 5 Розрахунок шкали рейтингу з дисципліни ( $r_d$ ):

Сума вагових балів контрольних заходів протягом семестру складає:  $R_c = \sum_i r_i$   
де  $r$  - рейтингові або вагові бали за кожний вид робіт з дисципліни (табл. 2-7).

#### Рейтингова шкала

Таблиця 8

$R_D = R_C + R_E$	Оцінка ECTS	Традиційна оцінка
95-100	A	відмінно
85-94	B	дуже добре
75-84	C	добре
65-74	D	задовільно
60-64	E	достатньо
< 0,6	Fx	незадовільно
< 0,5 або не виконані інші умови допуску до екзамену	F	не допущений

Необхідною умовою виставлення заліку є виконання МКР, зарахування всіх лабораторних робіт передбачених програмою, а також рейтинг  $R_c$  не менше 60 балів.

Студенти, які набрали протягом семестру рейтинг з дисципліни менше 60 балів (оцінка F), зобов'язані до початку залікової сесії підвищити його, інакше вони не допускаються до заліку з цієї дисципліни і мають академічну заборгованість.



## **9. Додаткова інформація з дисципліни (освітнього компонента)**

- *Частина практичних робіт може бути зарахована автоматично за найвищими балами у разі наявності сертифікату користувача з відповідного програмного забезпечення.*

### **Робочу програму навчальної дисципліни (силабус):**

**Складено** к.т.н., доцент каф. Технології машинобудування Медведєв В.В.

**Ухвалено** кафедрою Технології машинобудування (протокол № 5 від 08.12.2021)

**Погоджено** Методичною комісією НН ММІ (протокол № 5 від 17.12.2021)